

撮像装置  
IMAGE-CAPTURING DEVICE

INCORPORATION BY REFERENCE

The disclosure of the following priority applications is herein incorporated by reference:

Japanese Patent Application No. 2001-006339 filed January 15, 2000

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

本発明は、被写体を撮像して電子的な画像データを記録する電子カメラなどの撮像装置に関する。

2. Description of the Related Art

撮影レンズを通過した被写体像をCCDなどで撮像し、画像データを出力する撮像装置と、撮像装置から出力される画像データに対する増幅利得を調整してホワイトバランス調整や $\gamma$ 補正などの画像処理を施す画像処理回路とを備える電子カメラが知られている。画像処理回路では、撮像装置から出力される画像データに基づいて、あらかじめ定めたアルゴリズムによりホワイトバランス調整用のRゲインやBゲイン、あるいは $\gamma$ 補正用の階調カーブなどのパラメータを算出して画像処理が行われる。

従来の電子カメラでは、撮像された主要被写体および背景などの色彩情報の平均値が白またはグレーなどの無彩色となるようにホワイトバランス調整係数を算出し、算出した調整係数を用いて画像データに対するホワイトバランス調整が行われる。一般に、被写体を照明する光源が変わると、人の目に被写体の色が変わって見える。たとえば、朝夕の太陽光の下では赤みがかった色になり、蛍光灯の下では緑がかった色になる。このような場合に従来のホワイトバランス調整を行うと、それぞれ赤色や緑色に対する補色で補正され、いわゆるカラーフェリア(color failure)が生じるおそれがある。この結果、ホワイトバランス調整不良

が生じやすい。

## SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、光源の種類を推定してホワイトバランス調整を行い、カラーフェリアを防止するようにした電子カメラなどの撮像装置を提供する。

本発明の撮像装置は、被写体を撮像して第1の撮像信号を出力する第1の撮像素子と、被写体を撮像して第2の撮像信号を出力する第2の撮像素子と、第1の撮像素子から出力される第1の撮像信号に基づき、被写体を照明する光源の種類を推定する光源推定装置と、光源推定装置により推定された光源の種類に基づき、第2の撮像素子から出力される第2の撮像信号に対して画像処理を行う画像処理装置とを備える。

本発明の他の撮像装置は、被写体を撮像して撮像信号を出力する撮像素子と、撮像素子から出力される撮像信号に基づき、被写体を照明する光源の種類を推定する光源推定装置と、光源推定装置により推定された光源の種類に基づき、撮像素子から出力される撮像信号に対して画像処理を行う画像処理装置とを備える。

本発明の他の撮像装置は、撮影レンズを通過する被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子と、被写体の色度を検出する色度検出装置と、色度検出装置により検出される色度を用いて被写体を照明する光源の種類を推定する光源推定装置と、光源推定装置により推定される光源に対応する色温度情報を用いてゲインを算出するゲイン算出装置と、撮像素子から出力される撮像信号に対してゲイン算出装置により算出されるゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整装置とを備える。

この撮像装置において、色度検出装置は、撮像素子から出力される撮像信号に基づいて被写体の色度を検出するのが好ましい。

また、色度検出装置は、撮像素子とは別に被写体を撮像して色度検出用撮像信号を出力する色度検出用撮像素子を有し、色度検出用撮像素子から出力される色度検出用撮像信号に基づいて被写体の色度を検出するのが好ましい。

また、光源推定装置は、複数の所定の光源に対応してあらかじめ与えられている複数の色度情報の中から、色度検出装置により検出される色度と略一致する色

度情報に対応する光源を推定するのが好ましい。この場合、複数の所定の光源は、所定の複数の色温度における太陽光、および所定の複数種類の蛍光灯であり、色度情報は、それぞれの太陽光およびそれぞれの蛍光灯による照明下で略無彩色を示すように離散的に与えられるのが好ましい。さらに、色度検出装置は、被写体が緑色を呈するか否かをさらに検出し、光源推定装置は、色度検出手段により被写体が緑色を呈することが検出されたとき、蛍光灯を光源として推定しないのが好ましい。

また、複数の色度情報が与えられている場合、光源推定装置は、被写体の輝度に応じて、複数の色度情報の中から使用する色度情報を選択するのが好ましい。

また、被写界を分割した所定の領域ごとの輝度が第1の所定値より高いか否かを判定する第1の輝度判定装置をさらに備え、色度検出装置は、所定の領域ごとに被写体の色度を検出し、光源推定装置は、第1の輝度判定装置により輝度が高いと判定された領域ごとに当該領域で検出される色度を用いて複数の光源の種類を推定し、各領域で推定された光源の数に応じて1種類の光源を被写体の光源とみなし、ゲイン算出装置は、光源推定装置で被写体の光源とみなすとき用いられた色度の平均を算出し、算出した平均値に対応する色温度情報を用いてゲインを算出するのが好ましい。

また、被写体を分割した所定の領域ごとの輝度が第2の所定値より高いか否かを判定する第2の輝度判定装置をさらに備え、光源推定装置は、第2の輝度判定装置により輝度が高いと判定されているとき、各領域ごとに当該領域で検出される色度を用いて複数の光源の種類を推定し、各領域で推定された光源の数に応じて1種類の太陽光を被写体の光源とみなし、ゲイン算出装置は、光源推定装置で被写体の光源とみなすとき用いられた色度の平均を算出し、算出した平均値に対応する色温度情報を用いてゲインを算出するのが好ましい。この場合、ゲイン算出装置は、光源推定装置によりいずれの色温度の太陽光も被写体の光源とみなされないとき、あらかじめ定められている所定の色温度情報を用いてゲインを算出するのが好ましい。

また、ゲイン算出装置は、被写体を照明する光源および色温度情報を引数としてゲインを出力するLUTを備えるのが好ましい。

本発明の電子カメラは、撮影レンズを通過する被写体像を撮像して撮像信号を出力する撮像素子と、被写体の色度を検出する色度検出装置と、色度検出装置により検出される色度を用いて被写体を照明する光源の種類を推定する光源推定装置と、光源推定装置により推定される光源に対応する色温度情報を用いてゲインを算出するゲイン算出装置と、撮像素子から出力される撮像信号に対してゲイン算出装置により算出されるゲインをかけてゲイン調整を行うゲイン調整装置とを備える。

本発明の画像処理装置は、撮像素子により撮像された被写体に関する撮像信号を取得する撮像信号取得部と、取得された撮像信号に基づき、被写体を照明する光源の種類を推定する光源推定部と、光源推定装置により推定された光源の種類に基づき、取得された撮像信号に対して画像処理を行う画像処理部とを備える。

本発明のコンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品は画像処理プログラムを有し、該画像処理プログラムは、撮像素子により撮像された被写体に関する撮像信号を取得する撮像信号取得命令と、取得された撮像信号に基づき、被写体を照明する光源の種類を推定する光源推定命令と、光源推定装置により推定された光源の種類に基づき、取得された撮像信号に対して画像処理を行う画像処理命令とからなる。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、一眼レフ電子スチルカメラの第1の実施の形態の構成を示す図である。

図2は、一眼レフ電子スチルカメラの信号処理系統の第1の実施の形態を示すブロック図である。

図3は、第1の実施の形態の色センサのフィルタ配列を示す図である。

図4は、第1の実施の形態のホワイトバランス調整ゲイン決定処理を表すフローチャートである。

図5は、第1の実施の形態のホワイトバランス調整ゲイン決定処理を表すフローチャートである。

図6は、第1の実施の形態の色度座標上における無彩色分布を表す図である。

図7は、第1の実施の形態の領域ごとのヒストグラムを示す図である。

図 8 は、第 1 の実施の形態の領域ごとのヒストグラムを示す図である。

図 9 は、第 1 の実施の形態の R/G-B/G 座標上に表した相関色温度曲線の図である。

図 10 は、相関色温度とホワイトバランス調整用ゲインの関係を表す図である。

図 11 は、第 2 の実施の形態における色度座標上における無彩色分布を表す図である。

図 12 は、第 2 の実施の形態のホワイトバランス調整ゲイン決定処理を表すフローチャートである。

図 13 は、第 3 の実施の形態における色度座標上における無彩色分布 1 を表す図である。

図 14 は、第 3 の実施の形態における色度座標上における無彩色分布 2 を表す図である。

図 15 は、第 3 の実施の形態における色度座標上における無彩色分布 3 を表す図である。

図 16 は、第 3 の実施の形態によるホワイトバランス調整用ゲインを決定する処理の流れを説明するフローチャートである。

図 17 は、プログラムを CD-ROM などの記録媒体やインターネットなどのデータ信号を通じて提供する様子を示す図である。

## DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT(S)

### ー第 1 の実施の形態ー

以下、図面を参照して本発明の第 1 の実施の形態を説明する。図 1 は、本発明の一実施の形態による一眼レフ電子スチルカメラを説明する図である。図 1 ににおいて、電子スチルカメラは、カメラ本体 70 と、カメラ本体 70 に着脱されるファインダ装置 80 と、レンズ 91 および絞り 92 を内蔵してカメラ本体 70 に着脱される交換レンズ 90 とを備える。交換レンズ 90 を通過してカメラ本体 70 に入射した被写体光は、レリーズ前に点線で示す位置にあるクイックリターンミラー 71 でファインダ装置 80 に導かれてファインダマット 81 に結像するとともに、焦点検出装置 36 にも結像する。ファインダマット 81 に結像した被写

体光はさらに、ペンタプリズム 8 2 で接眼レンズ 8 3 に導かれる一方、プリズム 8 4 と結像レンズ 8 5 とを通過して色センサ 8 6 にも導かれ、色センサ 8 6 に被写体像を結像する。レリーズ後はクイックリターンミラー 7 1 が実線で示す位置に回動し、被写体光はシャッター 7 2 を介して撮影用の撮像装置 7 3 上に結像する。なお、色センサ 8 6 は、撮影レンズ 9 1 に対して撮像装置 7 3 と共役な位置に配設されている。

図 2 は、電子スチルカメラの回路ブロック図である。CPU 2 1 には、レリーズボタンに連動する半押しスイッチ 2 2 および全押しスイッチ 2 3 から、それぞれ半押し信号および全押し信号が入力される。焦点検出装置 3 6 は、CPU 2 1 からの指令により撮影レンズ 9 1 の焦点調節状態を検出する。レンズ駆動装置 3 7 は、交換レンズ 9 0 に入射する被写体光が撮像装置 7 3 の撮像素子 2 6 上で結像するようにレンズ 9 1 を合焦位置へ駆動する。また、CPU 2 1 は、タイミングジェネレータ 2 4 およびドライバ 2 5 を駆動して撮像装置 7 3 の撮像素子 2 6 を駆動制御する。アナログ処理回路 2 7 と A/D 変換回路 2 8 の動作タイミングは、タイミングジェネレータ 2 4 により制御される。

半押しスイッチ 2 2 のオン操作に続いて全押しスイッチ 2 3 がオン操作されると、クイックリターンミラー 7 1 が上方に回動し、交換レンズ 9 0 からの被写体光が撮像素子 2 6 の受光面上で結像される。撮像素子 2 6 は CCD であり、被写体像の明るさに応じた信号電荷を蓄積する。撮像素子 2 6 に蓄積された信号電荷はドライバ 2 5 によって掃き出され、AGC 回路や CDS 回路などを含むアナログ信号処理回路 2 7 に入力される。入力されたアナログ画像信号は、アナログ信号処理回路 2 7 でゲインコントロール、雑音除去等のアナログ処理が施された後、A/D 変換回路 2 8 によってデジタル信号に変換される。デジタル変換された画像信号は、たとえば、ASIC として構成される画像処理 CPU 2 9 に導かれ、後述するホワイトバランス調整、輪郭補償、ガンマ補正等の画像前処理が行われる。

画像前処理が行なわれた画像データに対してはさらに、JPEG 圧縮のためのフォーマット処理（画像後処理）が行なわれ、フォーマット処理後の画像データが一時的にバッファメモリ 3 0 に格納される。

バッファメモリ 30 に格納された画像データは、表示画像作成回路 31 により表示用の画像データに処理され、LCD 等のビューファインダー 32 に撮影結果として表示される。また、バッファメモリ 30 に記憶された画像データは、圧縮回路 33 により JPEG 方式で所定の比率にデータ圧縮を受け、フラッシュメモリなどの記録媒体 (CF カード) 34 に記録される。

ホワイトバランス調整は、画像処理 CPU 29 で行われる。A/D 変換回路 28 から出力される R、G、B 各色の画像信号のうち、R 色と B 色の画像信号に対してホワイトバランス調整用の R ゲインと B ゲインとがそれぞれかけ合わされる。これらホワイトバランス調整用の R ゲイン、B ゲインは、ホワイトバランス検出回路 35 で決定されてメモリ 35 D に記憶されている。

ホワイトバランス検出回路 35 は、被写体の色を検出する色センサ 86 と、色センサ 86 から出力されるアナログ色信号をデジタル色信号に変換する A/D 変換回路 35 B と、変換されたデジタル色信号に基づいてホワイトバランス調整係数を生成する CPU 35 C と、参照用ルックアップテーブル (LUT) が記録されたメモリ 35 D とを含む。CPU 35 C は、色センサ 86 で検出された色信号に基づいてホワイトバランス調整用の R ゲインと B ゲインとを決定してメモリ 35 D に記録する。本実施の形態では、CPU 35 C が色センサ 86 から出力される色信号を用いて被写体を照明する光源を推定し、推定した光源の種類に応じてホワイトバランス調整用ゲインを決定する。そして、画像処理 CPU 29 が CPU 35 C によって決定されたホワイトバランス調整用ゲインを用いてホワイトバランス調整を行う。

色センサ 86 は、たとえば、図 3 に示すように横 48 列×縦 10 行に分割された 480 個の画素を有する 1 枚の 2 次元撮像素子である。撮像素子 86 の表面には、480 画素に対応して R 色、G 色、および B 色のいずれかのフィルタが配設されたカラーフィルタ 86 1 が設けられている。被写体光がカラーフィルタ 86 1 を通して色センサ 86 で撮像されることにより、被写体光は R 色信号、G 色信号および B 色信号に分解されて撮像される。色センサ 86 から出力される色信号は、R、G、B 色の色信号をそれぞれ出力する 3 つの近接画素を 1 画素分として、たとえば、横 16 列×縦 10 行の 160 画素分の色信号として出力される。すな

わち、色センサ 86 はその撮像面を 160 の領域に分割して色信号を出力する。

図 4 および図 5 は、本実施の形態によるホワイトバランス調整用ゲインを決定する処理の流れを説明するフローチャートである。図 4 および図 5 の処理は、電子スチルカメラのレリーズ前に繰り返し行われる。図 4 のステップ S 11 において、色センサ 86 に信号電荷が蓄積され、蓄積された電荷信号が色センサ 86 から掃き出される。掃き出された色信号は A/D 変換回路 35 B でデジタル色信号に変換された後、CPU 35 C に入力される。ステップ S 12 において、CPU 35 C は、色センサ 86 から入力されたそれぞれ 160 画素分の R、G および B 色の色信号 (480 個) について、画素ごとに R 色データと G 色データの比、B 色データと G 色データの比をそれぞれ算出してステップ S 13 へ進む。

ステップ S 13 において、CPU 35 C は、算出した 160 組の色度データ ( $R - G$ ) /  $G$  および  $(B - G)$  /  $G$  について、無彩色を示すデータがあるか否かを判定する。CPU 35 C は無彩色データがある場合にステップ S 13 を肯定判定してステップ S 14 へ進み、無彩色データがない場合にステップ S 13 を否定判定してステップ S 16 へ進む。図 6 は、色度座標上における無彩色分布を表す図である。図 6 において、縦軸が  $(R - G)$  /  $G$ 、横軸が  $(B - G)$  /  $G$  である。

図 6 において領域 1 は、色温度 3000 K の太陽光に照明される無彩色の被写体の色度を示す領域である。領域 2～領域 6 は、それぞれ色温度 4250 K、4520 K、5120 K、6130 K、6620 K の太陽光に照明される無彩色の被写体の色度を示す領域である。また、領域 7 は、3 波長タイプの演色性白色蛍光灯 (E X-W) に照明される無彩色の被写体の色度を示す領域である。領域 8、領域 9 は、それぞれ 3 波長タイプの演色性昼白色蛍光灯 (E X-N)、3 波長タイプの演色性昼光色蛍光灯 (E X-D) に照明される無彩色の被写体の色度を示す領域である。さらに、領域 10～領域 12 は、それぞれ通常の白色蛍光灯 (W)、昼白色蛍光灯 (N)、および昼光色蛍光灯 (D) に照明される無彩色の被写体の色度を示す領域である。

CPU 35 C は、算出した色度データ ( $R - G$ ) /  $G$  および  $(B - G)$  /  $G$  が図 6 の領域 1～領域 12 のいずれかに含まれると無彩色データがあると判定し、領域 1～領域 12 のいずれにも含まれない場合に無彩色データがないと判定する。図 4 のステップ S 14 において、CPU 35 C は、領域 1～領域 12 ごとに、すな



わち、被写体を照明すると推定される光源ごとに、輝度が第1の閾値を超えるとともに無彩色と判定される色度データの数のカウントして図7、図8のようなヒストグラムを作成し、ステップS15に進む。ここで、輝度の判定は、たとえば、G色の色信号が第1の閾値を超えるか否かで行う。第1の閾値は、色センサ86により検出される色信号が光源の推定に必要な値であるかを判定するために設けらる。図7、図8のヒストグラムによって、色センサ86の160画素分の出力による色度データのうち、光源の推定に必要な輝度を有し、かつ無彩色と判定される色度データが光源ごとに分類されて表される。

ステップS15において、CPU35Cは、無彩色か否かを判定した色度データの数インクリメントしてステップS16へ進む。ステップS16において、CPU35Cは、色センサ86から出力される160組全ての色度データについて無彩色判定したか否かを判定する。CPU35Cは、ステップS15による処理でインクリメントした数が160に達していればステップS16を肯定判定してステップS17へ進み、インクリメントした数が160未満であればステップS16を否定判定してステップS13へ戻る。

ステップS17において、CPU35Cは、色センサ86により検出される輝度が第2の閾値を超えるか否かを判定する。ここで、第2の閾値は輝度が十分に高いことを判定するために設けられ、第2の閾値は第1の閾値よりも大きな値が設定される。CPU35Cは、G色の色信号が第2の閾値以下である場合にステップS17を肯定判定して図5のステップS18に進み、G色の色信号の値が第2の閾値を超える場合にステップS17を否定判定してステップS27に進む。

図5のステップS18において、CPU35Cは、各種類の光源によって照明される無彩色の被写体の色度を示す領域(図6の領域1～領域12)のうちで最も数多くの色度データが含まれる領域を選択し、すなわち、光源の種類を選択してステップS19へ進む。ここで、CPU35Cは、含まれる色度データ数が最大となる領域に対応する光源を選ぶことにより、被写体を照明する光源を推定する。ステップS19において、CPU35Cは、最大値を有する領域が2領域以上あるか否かを判定し、2領域以上ある場合はステップS19を肯定判定してステップS20へ進み、2領域未満の場合はステップS19を否定判定してステップS

22へ進む。

ステップS20において、CPU35Cは、選出された複数の領域に対応する光源が自然光(太陽光)によるものと蛍光灯によるものを含んでいるか否か、すなわち、少なくとも領域1～領域6のいずれかと、領域7～領域12のいずれかとを含むか否かを判定する。CPU35Cは、太陽光と蛍光灯とを含む場合にステップS20を肯定判定してステップS21へ進み、太陽光あるいは蛍光灯のいずれか一方しか含まない場合にステップS20を否定判定してステップS23へ進む。

ステップS21において、CPU35Cは、蛍光灯による領域7～領域12の中で色度データ数が最大となる領域を選び、この領域内に含まれる全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出する。なお、ステップS21による処理では、太陽光による領域1～領域6のデータを用いずに蛍光灯による領域7～領域12のデータが用いられる。また、蛍光灯による領域7～領域12の中で最大値を有する領域が2領域以上ある場合は、①白色蛍光灯、②昼白色蛍光灯、③昼光色蛍光灯の優先順に領域が選ばれる。CPU35Cは、選んだ領域内の全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出すると、ステップS26へ進む。

上述したステップS19を否定判定して進むステップS22において、CPU35Cは、最も数多くの色度データが含まれる領域内の全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出し、ステップS26へ進む。

上述したステップS20を否定判定して進むステップS23において、CPU35Cは、最も数多くの色度データが含まれる領域が太陽光によるものか蛍光灯によるものかを判定する。CPU35Cは、2つ以上の領域がいずれも蛍光灯であると推定する場合にステップS23を肯定判定してステップS25へ進み、2つ以上の領域がいずれも太陽光であると推定する場合にステップS23を否定判定してステップS24へ進む。

ステップS24において、CPU35Cは、たとえば、領域3と領域4の中に含まれる全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出し、ステップS26へ進む。ここで、領域3および領域4内のデータを選ぶのは、色温度が5

000Kに近い太陽光の領域のデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出するためである。ステップS23を肯定判定して進むステップS25において、CPU35Cは、蛍光灯による領域7～領域12の中で色度データ数が最大となる領域内に含まれる全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出する。このとき、蛍光灯による領域7～領域12の中で最大値を有する領域が2領域以上あるので、①白色蛍光灯、②昼白色蛍光灯、③昼光色蛍光灯の優先順に領域が選ばれる。CPU35Cは、選んだ領域内の全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出すると、ステップS26へ進む。

ステップS26において、CPU35Cは、算出されたR/GおよびB/Gの平均値に基づいてメモリ35Dから相関色温度を算出する。図9は相関色温度曲線を表す図であり、横軸がR/G、縦軸がB/Gである。R信号およびB信号をG信号で除算することによって、被写体の色における赤色成分と青色成分との度合いを被写体輝度によらず表すことができる。色温度が高くなると青色成分が強くなり、色温度が低くなると赤色成分が強くなる。図9による相関色温度曲線をあらかじめルックアップテーブルとしてメモリ35Dに記憶しておけば、CPU35Cは、R/GおよびB/Gの平均値の算出結果に応じてメモリ35Dから相関色温度を読出すことができる。

CPU35Cは、求めた相関色温度を用いてホワイトバランス調整用のRゲインとBゲインとを決定する。図10は、相関色温度とRゲインおよびBゲインとの関係を表す図である。RゲインおよびBゲインの値は、推定した光源により照明される被写体の色を、人の目で見て感じる色により近づけるようにあらかじめ実測により決定し、色温度の関数として表したものである。これらRゲインおよびBゲインの値は、ルックアップテーブルとしてあらかじめメモリ35Dに記憶されており、相関色温度に応じてメモリ35Dから読出される。CPU35Cは、相関色温度からRデータに対するホワイトバランス調整用Rゲイン、およびBデータに対するホワイトバランス調整用Bゲインを決定するとともに、決定したRゲインおよびBゲインをメモリ35Dに記憶して図4および図5の処理を終了する。

一方、上述したステップS17を否定判定して進むステップS27において、

CPU35Cは、太陽光による領域1～領域6の中で色度データ数が最大となる領域を選び、ステップS28へ進む。なお、ステップS27による処理では、蛍光灯による領域7～領域12のデータを用いずに太陽光による領域1～領域6のデータが用いられる。これは、たとえば、G色の色信号の値が上述した第2の閾値を超える場合に、太陽光を推定光源とみなすためである。ステップS28において、CPU35Cは、最大値を有する領域が2領域以上あるか否かを判定し、2領域以上ある場合はステップS28を肯定判定してステップS29へ進み、2領域未満の場合はステップS28を否定判定してステップS30へ進む。

ステップS29において、CPU35Cは、たとえば、領域3と領域4の中に含まれる全ての色度データを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出し、図5のステップS26へ進む。ここで、領域3および領域4内のデータを選ぶのは、色温度が5000Kの太陽光の領域に近いデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出するためである。これは、光源が推定されない場合にあらかじめ定められた色温度情報でゲインを算出することによって、たとえば、夜景撮影時などに適切なゲイン調整を行うことを目的にする。ステップS28を否定判定して進むステップS30において、CPU35Cは、最も数多くの色度データが含まれる領域内の全てのデータを用いてR/GおよびB/Gの平均値を算出し、図5のステップS26へ進む。

以上説明したように決定されたホワイトバランス調整係数は、以降に撮像素子26で撮像される画像データに対して、画像処理CPU29で行われるホワイトバランス調整時に使用される。ホワイトバランス調整は、光源の推定に用いられた色センサ86による色信号の160画素分の検出領域に関係なく、撮像素子26で撮像される全域のR信号およびB信号に対してホワイトバランス調整用のRゲインおよびBゲインがそれぞれかけ合わされることによって行われる。

図10に示す相関色温度とRゲインおよびBゲインとの関係は、自然光の下で撮影する場合と、蛍光灯の下で撮影する場合とで必ずしも一致しない。この場合には、ホワイトバランス調整用ゲインを調整する必要が生じる。一般に、自然光の下で撮影したときより蛍光灯の下で撮影したときの方が、撮影されたRGBデータの色温度が高い。この色温度差は図10のRゲインおよびBゲインの値を所

定量補正することで補正できる。そこで、RゲインおよびBゲインの値を格納したルックアップテーブルを自然光の下での撮影用(領域1～領域6に対応)と蛍光灯の下での撮影用(領域7～領域12に対応)に12組メモリ35Dに用意し、推定された光源の種類に応じて、あらかじめ用意したルックアップテーブルをメモリ35Dから読出すようにする。

この実施の形態の特徴についてまとめる。

(1) 複数の色温度の太陽光、および複数種類の蛍光灯に応じて無彩色の色度を示す領域1～領域12をあらかじめ色度座標上に設け、色センサ86の160画素分の色信号出力を用いて色度 $(R-G)/G$ 、 $(B-G)/G$ を算出する。算出した160組の色度データが最も数多く含まれる領域を上記12個の領域から選び、この領域に対応する光源を推定する。被写界の中から160画素分に分けて色度データを検出するので、被写体の色が無彩色ばかりでなく有彩色で構成される場合でも、160画素分のいずれかの領域には無彩色を示す色度のデータが存在する可能性が高くなり、光源の種類を推定することができる。

(2) 領域1～領域12は、色温度が3000K、4250K、4520K、5120K、6130K、6620Kの太陽光(自然光)、およびそれぞれ白色、昼白色、昼光色の普通蛍光灯と3波長型の演色性蛍光灯の12種類の光源に対応するようにしたので、一般の照明光の全てを推定することができる。この結果、光源が変わっても各光源による光の輝線スペクトルに応じて適切なホワイトバランス調整用ゲインを決定し、高品位のカラー画像を得ることができる。

(3) G色の色信号の値が十分に輝度が高いとされる第2の閾値を超える場合に、太陽光を推定光源とみなすようにした(ステップS27)。G色の色信号の値が十分に大きい場合は、色度データがたとえ蛍光灯の領域7～領域12のいずれかに最も多く含まれるとしても、太陽光による光源を推定するようにした。一般に、蛍光灯による照明光にはG色が多く含まれる。太陽光の下での風景写真などのように被写界にG色が多く含まれる場合に、誤って蛍光灯を光源とみなすと、ホワイトバランス調整の際にG色の補色で強く色補正することによってカラーフェリアが発生するおそれが生じる。そこで、G色の色信号が第2の閾値を超える場合を太陽光とみなすことによって、上述のカラーフェリアを防止することができる。

(４) G 色の色信号の値が光源の推定に必要とされる第 1 の閾値以下の場合に、光源の推定に用いる色度データとしてカウントせず、ヒストグラムの作成に用いないようにした（ステップ S 1 4）ので、推定に用いる信号レベルが低くてノイズの影響を受けることがない上に、被写体を強く照明する光源を推定することが可能になる。

(５) 色センサ 8 6 をファインダー装置 8 0 内に配設するようにしたので、全押しスイッチ 2 3 の操作によりミラー 7 1 がミラーアップされる前に色センサ 8 6 でホワイトバランス検出用データを受光し、ホワイトバランス調整用ゲインを決定してメモリ 3 5 D に記憶しておくことが可能になる。したがって、全押しスイッチ 2 3 の操作により行われる撮影シーケンスにおいてホワイトバランス調整用ゲインを決定する必要があるから、撮影シーケンスでホワイトバランス調整用ゲインを決定する場合に比べて撮影処理時間を短縮することができる。

(６) 相関色温度と R ゲインおよび B ゲインとの関係をルックアップテーブルとしてあらかじめメモリ 3 5 D に記憶するようにしたので、演算処理に要する時間を短くすることができる。

#### －第 2 の実施の形態－

第 2 の実施の形態の電子スチルカメラの構成および回路ブロック図は、第 1 の実施の形態の図 1 の電子スチルカメラの構成および図 2 の回路ブロック図と共通するのでその説明を省略する。また、色センサ 8 6 は、第 1 の実施の形態と同様に、図 3 に示すように横 4 8 列×縦 1 0 行に分割された 4 8 0 個の画素を有する 1 枚の 2 次元撮像素子である。色センサ 8 6 は、第 1 の実施の形態と同様に、撮像面を 1 6 0 の領域に分割して色信号を出力する。

図 1 1 は、第 1 の実施の形態の図 6 に対応する図であり、第 2 の実施の形態における色度座標上における無彩色分布を表す図である。第 1 の実施の形態の図 6 に対して、緑領域 1 3 が追加されている。第 2 の実施の形態では、CPU 3 5 C が算出する 1 6 0 組の色度データ  $(R - G) / G$  および  $(B - G) / G$  が、緑領域 1 3 に属するか否かもカウントする。

第 2 の実施の形態では、もし、緑領域 1 3 の個数が最大値を呈する場合、光源は太陽光であると判断して制御する。すなわち、緑領域 1 3 の次にカウントが多

いのがたとえば蛍光灯の領域 7 ～ 12 のいずれかであっても、光源は蛍光灯であると判断しない。そして、太陽光の領域 1 ～ 6の中から最大のものを選択し、選択された色温度を光源として制御する。これにより、緑色の被写体が太陽光で照射されている場合に、間違っていない蛍光灯により照射されていると判断されることがなくなる。

図 12 は、第 2 の実施の形態のホワイトバランス調整ゲイン決定処理を表すフローチャートである。第 1 の実施の形態の図 5 に対応する部分である。第 1 の実施の形態の図 4 に対応する部分は、図 4 を使用して説明する。

図 4 のステップ S 13 において、CPU 35C は、算出した 160 組の色度データ  $(R - G) / G$  および  $(B - G) / G$  について、無彩色を示すデータがあるか否かあるいは緑領域 13 に含まれるデータがあるか否かを判定する。CPU 35C は無彩色データあるいは緑領域 13 に含まれるデータがある場合にステップ S 13 を肯定判定してステップ S 14 へ進み、無彩色データおよび緑領域 13 に含まれるデータがない場合にステップ S 13 を否定判定してステップ S 16 へ進む。

図 4 のステップ S 14 において、CPU 35C は、領域 1 ～ 領域 13 ごとに色度データの数をカウントして図 7、図 8 のようなヒストグラムを作成し、ステップ S 15 に進む。第 2 の実施の形態では、図 7、図 8 のヒストグラムに緑領域 13 を追加して作成する。ステップ S 15 において、CPU 35C は、該当領域の色度データの数をインクリメントしてステップ S 16 へ進む。

図 12 のステップ S 40 において、CPU 35C は、緑領域 13 が最も数多くの色度データを含むか否かを判断する。緑領域 13 が最も数多くの色度データを含むと判断するとステップ S 41 に進む。ステップ S 41 において、CPU 35C は、最大値を有する領域が 2 領域以上あるか否か、すなわち緑領域 13 以外にもあるか否かを判定し、2 領域以上ある場合はステップ S 41 を肯定判定してステップ S 43 へ進み、2 領域未満の場合はステップ S 41 を否定判定してステップ S 42 へ進む。

ステップ S 42 において、CPU 35C は、最も数多くの色度データが含まれる領域内の全てのデータを用いて  $R / G$  および  $B / G$  の平均値を算出し、ステップ S 26 へ進む。一方、ステップ S 43 において、CPU 35C は、たとえば、

領域 3 と領域 4 の中に含まれる全てのデータを用いて  $R/G$  および  $B/G$  の平均値を算出し、ステップ S 2 6 へ進む。ここで、領域 3 および領域 4 内のデータを選ぶのは、色温度が 5 0 0 0 K に近い太陽光の領域のデータを用いて  $R/G$  および  $B/G$  の平均値を算出するためである。

このようにして、第 2 の実施の形態では、太陽光で照射されたときに緑を呈する場合もカウントしヒストグラムを作成する。もし、緑領域 1 3 の個数が最大値を呈する場合、光源は太陽光であると判断して制御する。これにより、緑色の被写体が太陽光で照射されている場合に、間違っていないか蛍光灯により照射されていると判断されることがなくなる。

#### － 第 3 の実施の形態 －

第 3 の実施の形態の電子スチルカメラの構成および回路ブロック図は、第 1 の実施の形態の図 1 の電子スチルカメラの構成および図 2 の回路ブロック図と共通するのでその説明を省略する。また、色センサ 8 6 は、第 1 の実施の形態と同様に、図 3 に示すように横 4 8 列×縦 1 0 行に分割された 4 8 0 個の画素を有する 1 枚の 2 次元撮像素子である。色センサ 8 6 は、第 1 の実施の形態と同様に、撮像面を 1 6 0 の領域に分割して色信号を出力する。

図 1 3 ～ 図 1 5 は、第 1 の実施の形態の図 6 あるいは第 2 の実施の形態の図 1 1 に対応する図であり、第 3 の実施の形態における色度座標上における無彩色分布を表す図である。第 3 の実施の形態では、無彩色として判断するために使用する領域を輝度に応じて選択するようにした。

図 1 3 は、輝度  $B_v \geq 7$  あるいは  $B_v \leq 0$  のときの、色度座標上における無彩色分布 1 を表す図である。第 2 の実施の形態の図 1 1 に対して、領域 1、領域 6 ～ 領域 1 3 が設定されておらず、領域 2 ～ 領域 5 のみが設定されている。輝度  $B_v$  が 7 以上の明るい場合や、輝度  $B_v$  が 0 以下の暗い場合は、低い色温度や高い色温度をあまり考慮する必要がないためである。すなわち、夜景に類する場合や直接太陽光が当たっている場面と考えられるからである。また、低輝度で蛍光灯下でもフラッシュ等を使用すると考えられるため、蛍光灯照明である可能性も低いと考えられる。

図 1 4 は、輝度  $0 < B_v < 4$  のときの、色度座標上における無彩色分布 2 を表



す図である。第2の実施の形態の図11と同じであり、領域1～領域13が設定されている。輝度 $0 < B_v < 4$ では、太陽光、蛍光灯、電球、夕暮れといったありとあらゆる照明に対応する必要があるため、最も多い領域を設定している。また、この輝度範囲においてのみ、第2の実施の形態と同様に、太陽光下の緑色と蛍光灯を誤らないように緑領域13を設定している。

図15は、輝度 $4 \leq B_v < 7$ のときの、色度座標上における無彩色分布3を表す図である。第2の実施の形態の図11に対して、領域7～領域13が設定されておらず、領域1～領域6が設定されている。輝度 $4 \leq B_v < 7$ では、蛍光灯や電球の人工光の可能性は低いと思われるが、低色温度、高色温度の照明はあり得るため、輝度 $B_v \geq 7$ あるいは $B_v \leq 0$ のときに比べて領域数を増やしている。

図16は、第3の実施の形態によるホワイトバランス調整用ゲインを決定する処理の流れを説明するフローチャートである。第1の実施の形態および第2の実施の形態の図4に対応するフローチャートの一部である。図4のフローチャートと異なる点は、ステップS12の後にステップS40が追加されたのみである。その他のステップは共通するのでその説明は省略する。また、第2の実施の形態の図12のフローチャートとも共通するのでその説明は省略する。

ステップS40では、輝度 $B_v$ に応じて無彩色として判断する領域の設定を変更する。輝度 $B_v \geq 7$ あるいは $B_v \leq 0$ のときは、領域2～領域5を使用する。輝度 $0 < B_v < 4$ のときは、領域1～領域13を使用する。輝度 $4 \leq B_v < 7$ のときは、領域1～領域6を使用する。

このようにして、輝度に応じて無彩色として判断する領域を限定することにより、カラーフェリアによる色温度の誤算出を防止することができる。なお、輝度に応じて選択する領域は、上記の内容に限定する必要はない。種々の条件や実験結果に応じて異なる場合も生じる。

以上の説明では、一眼レフ電子スチルカメラについて説明したが、一眼レフでない電子スチルカメラにも本発明を適用することができる。この場合、ビームスプリッタやハーフミラーなどを用いて撮像素子26および色センサ86に被写体像を別々に結像させる。また、動画を撮影するビデオカメラにも本発明を適用することができる。

また、上述した説明では、撮像素子26および色センサ86を別々に設けたが、撮像素子26が色センサを兼用するようにしてもよい。この場合には、撮像素子26で撮像されたデータを用いて上述したようにホワイトバランス調整用ゲインを決定する。そして、レリーズ操作が行われたときに撮像された被写体画像データに対して、上記のホワイトバランス調整用ゲインによりホワイトバランス調整を行う。

上述した色センサ86は、横48列×縦10行に分割された480個の画素を有する2次元撮像素子とし、RGBカラーフィルタ861を設けて160画素分の色信号を出力するようにしたが、画素構成はこのとおりでなくてもよい。

また、上述した説明では、電子カメラについて説明したが、電子カメラに限定する必要はない。例えば、CCDカメラつき携帯電話やCCDカメラつきパーソナルコンピュータなどにも本発明を適用することができる。すなわち、撮像素子を有するあらゆる撮像装置に本発明を適用することができる。

さらに、パーソナルコンピュータなどのコンピュータが、撮像素子からの画像処理前の撮像信号（画像データ）をそのまま取得し、コンピュータ内のプログラムにより上述した処理を行うようにしてもよい。この場合は、取得した撮像信号を（画像データ）適宜分割して、上述した色センサ86が取得する撮像信号と同程度の撮像信号を取得するようにする。このとき、分割した領域内の画素を適当に選択したり、あるいは平均値を求めるような処理をすればよい。撮像信号（画像データ）は、撮像素子からインターフェースケーブルや無線を介して取得したり、メモ리카ードやCDなどの記録媒体を介して取得する。

パーソナルコンピュータなどにおいて処理する場合、上述した処理に関するプログラムは、CD-ROMなどの記録媒体やインターネットなどのデータ信号を通じて提供することができる。図17はその様子を示す図である。パーソナルコンピュータ100は、CD-ROM104を介してプログラムの提供を受ける。また、パーソナルコンピュータ100は通信回線101との接続機能を有する。コンピュータ102は上記プログラムを提供するサーバーコンピュータであり、ハードディスク103などの記録媒体にプログラムを格納する。通信回線101は、インターネット、パソコン通信などの通信回線、あるいは専用通信回線など

である。コンピュータ 102 はハードディスク 103 を使用してプログラムを読み出し、通信回線 101 を介してプログラムをパーソナルコンピュータ 100 に送信する。すなわち、プログラムをデータ信号として搬送波に embody して、通信回線 101 を介して送信する。このように、プログラムは、記録媒体や搬送波などの種々の形態のコンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品として供給できる。

100:335-01102